

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/000131

International filing date: 07 January 2005 (07.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-004342  
Filing date: 09 January 2004 (09.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

07.02.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   1 月   9 日  
Date of Application:

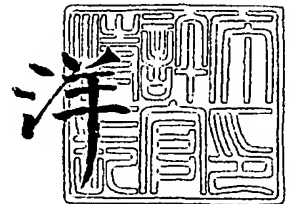
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 0 4 3 4 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 0 0 4 3 4 2 ]

出   願   人            日 野 自 動 車 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 3 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号   出証特 2 0 0 5 - 3 0 0 5 0 0 5

【書類名】 特許願  
【整理番号】 HIN01591  
【提出日】 平成16年 1月 9日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 G01M 15/00  
G06F 17/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車株式会社内  
【フリガナ】 ウラノ ヤスノリ  
【氏名】 浦野 保則  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005463  
【住所又は居所】 東京都日野市日野台3丁目1番地1  
【氏名又は名称】 日野自動車株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100078237  
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 井 出 直 孝  
【電話番号】 03-3928-5673  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100083518  
【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 下 平 俊 直  
【電話番号】 03-3928-5673  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 010397  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9110637

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも 1 つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルが記憶された記憶手段と、

前記模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想 ECU として前記仮想 ECU から与えられる制御値に基づいて前記仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するシミュレーション実行手段と、

このシミュレーションの実行結果を表示する表示手段と、

前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示する指示手段と、

前記シミュレーションの実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、前記仮想 ECU の制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行う手段と

を備えた過渡エンジン試験装置であって、

前記表示手段は、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する手段を備え、

このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備えた

ことを特徴とする過渡エンジン試験装置。

**【請求項 2】**

前記表示手段は、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する手段を備え、

このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備えた

請求項 1 記載の過渡エンジン試験装置。

**【請求項 3】**

前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段は、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とする手段を備えた請求項 1 または 2 記載の過渡エンジン試験装置。

**【請求項 4】**

時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも 1 つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想 ECU として前記仮想 ECU から与えられる制御値に基づいて前記仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するステップと、

このシミュレーションの実行結果を表示するステップと、

前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示するステップと、

前記シミュレーションの実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、前記仮想 ECU の制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行うステップと

を実行するエンジンの過渡試験方法であって、

前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、

このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との

差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行する

ことを特徴とする過渡試験方法。

【請求項 5】

前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、

このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行する

請求項 4 記載の過渡試験方法。

【請求項 6】

前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップとしては、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とするステップを実行する請求項 4 または 5 記載の過渡試験方法。

【請求項 7】

時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも 1 つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを格納するステップと、

仮想 ECU に設定されているこの模擬モデルを動作させるための現在の制御値を時系列的にグラフ表示するステップと、

この制御値を用いて前記模擬モデルによりシミュレーションを実行するステップと、

このシミュレーション実行結果を表示するステップと

を実行し、

この表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、

このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行し、

制御値の変更を受け付けて現在の制御値を変更するステップを実行する

ことを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項 8】

前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、

このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行する

請求項 7 記載のシミュレーション方法。

【請求項 9】

前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップは、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とするステップを実行する請求項 7 または 8 記載のシミュレーション方法。

【請求項 10】

情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、仮想 ECU、過渡エンジンモデル、制御値修正部の各機能に相応する機能を実現させるプログラムであって

前記過渡エンジンモデルに相応する機能として、時間の経過に応じてエンジンの回転速

度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを格納する機能を実現させ、

前記制御値修正部に相応する機能として、

前記仮想ECUに設定されている前記模擬モデルを動作させるための現在の制御値を時系列的にグラフ表示する機能と、

この制御値を用いて前記模擬モデルによりシミュレーションを実行する機能と、

このシミュレーション実行結果を表示する機能と

を実現させ、

この表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、

このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能を実現させ、

制御値の変更を受け付けて現在の制御値を変更する機能を実現させる

ことを特徴とするプログラム。

【請求項11】

前記表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、

このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能を実現させる

請求項10記載のプログラム。

【請求項12】

前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能として、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とする機能を実現させる請求項10または11記載のプログラム。

【請求項13】

請求項10ないし12のいずれかに記載のプログラムが記録された前記情報処理装置読み取り可能な記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】過渡エンジン試験装置および方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン（内燃機関）の過渡試験に用いる。本発明は、特にディーゼルエンジンの過渡特性性能を、要求される性能目標に適合化させるための過渡試験方法およびそのためのシステムに関する。本発明は、エンジン過渡性能目標を満足するエンジン制御システムを短時間に構築できるようにするためのものである。

【背景技術】

【0002】

エンジンの過渡特性は、回転速度やトルクが一定状態であるような定常状態でなく、時間によって変化する場合の特性をいう。例えば、加速中であるとか減速中であるとか、回転速度などが変化している状態でのエンジンの特性をいう。

【0003】

従来のエンジンの過渡状態でのエンジンのトルク出力や排気ガスなどの出力特性測定は、実機を定常状態にしてそのエンジンの出力状態を測定し、その定常状態の出力データに何らかの重み付けをして過渡状態の特性に置き換えてエンジンの出力を推定するという手法で行われていた。

【0004】

しかし、定常状態でのエンジン特性の測定は、あるエンジンの制御因子（例えば燃料噴射量、燃料噴射タイミングなど）の制御値を変更したときは、定常状態になるまで所定時間（例えば3分）経過するのを待ってその状態の出力を測定するというように、一つの制御因子の制御値を変更して定常状態になって所定時間経過後に測定し、次にまた制御因子の制御値を変更して、測定を行うというように時間のかかるものであった。

【0005】

ところで、実際の車両の走行では、エンジンは加速状態あるいは減速状態である時間の方が多く、定速状態で走行できることの方が少ない。このため、エンジンの過渡状態での特性を測定することが重要である。また、近年排気ガス規制の仕方が、いままでのエンジンの定常状態での排気ガスの値で規制するのではなく、エンジンの過渡状態での排気ガスの規制値で規制しようとする方向にある。したがって、エンジンについて、どの制御因子をどのように変更したらどのような過渡状態の排気ガスが得られるかという過渡特性の測定が重要になった。

【0006】

ところで、上述したように、定常状態のエンジンの制御因子の変更に対してどのような出力が得られるかという定常特性の測定でも、制御因子が多くなり、特にECUによる電子制御によってエンジン制御に多数の制御因子が現れるようになったので、試験時間が長時間かかるようになった。例えば、EGR（Exhaust Gas Recirculation）バルブ制御であるとか、VGT（Variable Geometry Turbo）制御などエンジン制御に関する種々の電子制御の要素が加わってくるようになった。過渡特性測定では、エンジンの回転速度やトルク自体が時系列的に変化する状態で、その出力データも当然時系列的に変動するデータとして現れるので、制御因子の数が多くなり、それらの制御因子一つ一つについてその制御値を変更しながら定常状態で測定しようとするれば、その試験時間は指数関数的に増大する。

【0007】

そこで、仮想的にエンジンや車両の特性を模擬したシミュレーションを用いてエンジン制御等の評価を行うとする技術が提案されている（特許文献1参照）。

【0008】

この技術は、シミュレータ内にエンジンを含む仮想的な車両モデルを車種ごとに作成しておき、車両モデルに種々の制御入力、例えばスロット開度であるとか、クランク角度などの制御因子の制御値を入力し、その入力された制御値に基づいて仮想的な車両モデルの

出力として、エンジン回転速度とか車速とか排気ガス温度センサの値とかを推定しようとするものである。

【特許文献1】特開平11-326135号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述のように、実機で定常状態や過渡状態の特性を測定しようとするとは近年はエンジンの制御因子の数が多数になったため、試験データを得るにはどうしても長時間かかり、エンジン開発のネックとなっていた。

【0010】

また、仮想のエンジンモデルを含む車両モデルをシミュレータに展開して、それを用いてエンジンの挙動を観察する手法はエンジン開発の時間を短縮できる点で有用である。しかし、上述の公知文献では車両モデルの模擬モデルを作成することを目的とするもので、エンジンの過渡状態の現象について模擬モデルを生成してそれによりエンジンの過渡状態に要求される性能を評価するものではなかった。また、エンジンのそれぞれの制御因子の制御値を過渡状態に対応して変更してその結果を推定するには、操作性が悪い問題があった。

【0011】

本発明は、このような背景になされたもので、エンジンの過渡試験の時間を短縮することができ、また、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる過渡エンジン試験装置および方法を提供することを目的とする。これにより、本発明は、エンジン開発の時間を短縮することができる過渡エンジン試験装置および方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

一般的に、エンジンの過渡試験を実施する場合に、まず、このエンジンの模擬モデルを使ってシミュレーションを実行する。この模擬モデルからは仮想ECUが作成されており、当該模擬モデルが目標性能を満足するように、仮想ECUから出力される制御値の設定が行われる。その後、仮想ECUの制御値は実ECUに設定されて実エンジンによる過渡試験が実施される。

【0013】

このようなシミュレーションでは、制御値のベストモードの検討が行われるが、オペレータが手動により制御値を変更することにより行われる。本発明では、オペレータの操作（チューニング）を援助するために、シミュレーション実行結果を時系列的にグラフ表示することを特徴とし、さらに、シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすることを特徴とする。

【0014】

このときに、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値に着目し、その積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所と定義することが望ましい。これによれば、短いパルス的なピークを持つシミュレーション実行結果値は取り除き、前記許容範囲を越えた箇所を検出することができるため、精度の高い検出を行うことができる。

【0015】

これにより、オペレータは、シミュレーション実行結果の中で再検討すべき箇所を速やかに把握することができ、オペレータの作業効率を高めることができる。

【0016】

さらに、シミュレーションの実行結果と共にシミュレーションに用いた制御値も時系列的に表示し、シミュレーションの実行結果の中で再検討すべき箇所に対応する制御値についてはそれ以外の箇所の制御値の表示とは異なる表示パターンとすることにより、オペレータは、再検討すべき制御値を速やかに把握することができる。



## 【0017】

すなわち、本発明の第一の観点は、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルが記憶された記憶手段と、前記模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想ECUとして前記仮想ECUから与えられる制御値に基づいて前記仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するシミュレーション実行手段と、このシミュレーションの実行結果を表示する表示手段と、前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示する指示手段と、前記シミュレーションの実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、前記仮想ECUの制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行う手段とを備えた過渡エンジン試験装置である。

## 【0018】

ここで、本発明の特徴とするところは、前記表示手段は、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する手段を備え、このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備えたところにある。

## 【0019】

さらに、前記表示手段は、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する手段を備え、このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備えることができる。

## 【0020】

さらに、前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段は、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とする手段を備えることができる。

## 【0021】

本発明の第二の観点は、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想ECUとして前記仮想ECUから与えられる制御値に基づいて前記仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するステップと、このシミュレーションの実行結果を表示するステップと、前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示するステップと、前記シミュレーションの実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、前記仮想ECUの制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行うステップとを実行するエンジンの過渡試験方法である。

## 【0022】

ここで、本発明の特徴とするところは、前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行するところにある。

## 【0023】

さらに、前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分

が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行することができる。

【0024】

さらに、前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップとして、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とするステップを実行することができる。

【0025】

本発明の第三の観点は、シミュレーション実行方法であって、本発明の特徴とするところは、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを格納するステップと、仮想ECUに設定されているこの模擬モデルを動作させるための現在の制御値を時系列的にグラフ表示するステップと、この制御値を用いて前記模擬モデルによりシミュレーションを実行するステップと、このシミュレーション実行結果を表示するステップとを実行し、この表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行し、制御値の変更を受け付けて現在の制御値を変更するステップを実行するところにある。

【0026】

さらに、前記表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示するステップを実行し、このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップを実行することができる。

【0027】

さらに、前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップとして、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とするステップを実行することができる。

【0028】

本発明の第四の観点は、情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、仮想ECU、過渡エンジンモデル、制御値修正部の各機能に相応する機能を実現させるプログラムである。

【0029】

ここで、本発明の特徴とするところは、前記過渡エンジンモデルに相応する機能として、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを格納する機能を実現させ、前記制御値修正部に相応する機能として、前記仮想ECUに設定されている前記模擬モデルを動作させるための現在の制御値を時系列的にグラフ表示する機能と、この制御値を用いて前記模擬モデルによりシミュレーションを実行する機能と、このシミュレーション実行結果を表示する機能とを実現させ、この表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能を実現させ、制御値の変更を受け付けて現在の制御値を変更する機能を実現させるところにある。

**【0030】**

さらに、前記表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能を実現させることができる。

**【0031】**

前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能として、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とする機能を実現することができる。

**【0032】**

本発明の第五の観点は、本発明のプログラムが記録された前記情報処理装置読取可能な記録媒体である。本発明のプログラムは本発明の記録媒体に記録されることにより、前記情報処理装置は、この記録媒体を用いて本発明のプログラムをインストールすることができる。あるいは、本発明のプログラムを保持するサーバからネットワークを介して直接前記情報処理装置に本発明のプログラムをインストールすることもできる。

**【0033】**

これにより、汎用の情報処理装置を用いて、ECUの制御値変更を効率良く行い、実機で行う過渡試験時間を短縮することができる過渡エンジン試験装置および方法を実現することができる。

**【発明の効果】****【0034】**

本発明では、定常状態の試験データを置き換えることなく、過渡状態のまま過渡試験を行うことができ、短時間で性能目標を満足するエンジンの制御値を取得できる。また、再検討すべきシミュレーション実行結果あるいは制御値を操作者に分かり易く表示することで、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる。本発明によりエンジン開発の時間を短くでき、製品開発の時間を短くできる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0035】**

図1は、本発明の実施の形態のシステム構成を示す図である。図2および図3は、過渡エンジン性能適合化のステップの全体を説明する図である。図1の10は実機過渡試験装置であり、11はECU（実機）、12はECU11によって制御されるエンジン（実機）、13はエンジン12のクランクシャフトの回転速度およびトルクを検出する回転検出器、14は回転検出器13から出力される回転速度およびエンジン12の排ガス、煙、その他（燃費等）を計測する計測部である。また、1は本発明の特徴である仮想エンジン試験装置であり、2はモデル作成部、3は仮想ECU、4は制御値修正部、5は過渡エンジンモデルである。また、6は当該過渡試験を実施するオペレータが利用するオペレータ端末である。

**【0036】**

すなわち、本発明実施例は、図1に示すように、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルが記憶された過渡エンジンモデル5と、前記模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想ECU3として仮想ECU3から与えられる制御値に基づいて仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するシミュレーション実行手段としての制御値修正部4と、このシミュレーションの実行結果を表示すると共に前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示するオペレータ端末6とを備え、制御値修正部4は、前記シミュレーションの

実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、仮想 ECU3 の制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行うために ECU11 に制御値の転送を行う過渡エンジン試験装置である。

#### 【0037】

ここで、本実施例の特徴とするところは、オペレータ端末 6 は、図 8 に示すように、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する手段を備え、このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備えたところにある。なお、図 8 は本実施例の仮想実測値と目標値とおよび現在の制御値と修正後の制御値とを示す図である。

#### 【0038】

さらに、本実施例では、オペレータ端末 6 は、図 8 に示すように、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する手段を備え、このグラフ表示する手段は、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段を備える。

#### 【0039】

さらに、前記それ以外の箇所とは異なる表示パターンとする手段は、図 7 に示すように、シミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割し、図 8 に示すように、性能目標値とシミュレーションの実行結果値との差分の積分値が閾値を越えたタイムスリットを前記許容範囲を越えた箇所とする手段を備える。

#### 【0040】

また、オペレータ端末 6 は、図 6 に示すように、前記グラフ表示する手段により時系列的に表示された制御値のグラフを表示画面上におけるドラッグ操作により手動で変更する手段を含む。なお、図 6 は本実施例の制御値変更の手順を説明するための図である。

#### 【0041】

図 6 の例では、現在の制御値のグラフ（図 6（a））に対し、変更を行う範囲を画面の横軸方向に指定する。この範囲指定は、マウス操作によって画面上のポイントを横軸方向にドラッグさせることにより行う（図 6（b））。続いて、変更を行う増減幅を画面の縦軸方向に指定する。この増減幅指定は、マウス操作によって画面上のポイントを縦軸方向にドラッグさせることにより行う（図 6（c））。

#### 【0042】

また、本実施例は、図 2 および図 3 に示すように、時間の経過に応じてエンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも 1 つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを作成するステップ（S1、S2、S4）と、前記模擬モデルを仮想エンジンとし、この仮想エンジンに制御値を与える制御手段を仮想 ECU3 として仮想 ECU3 から与えられる制御値に基づいて前記仮想エンジンのシミュレーションを実行してその結果を出力するステップ（S5）と、このシミュレーションの実行結果を表示するステップ（S53）と、前記シミュレーションの実行結果に応じて前記模擬モデルに与える制御値の変更を指示するステップ（S59）と、前記シミュレーションの実行により、過渡状態のエンジンに要求される性能目標を満足する結果が得られると、前記仮想 ECU の制御値を用いて実機エンジンで過渡試験を行うステップ（S1）とを実行するエンジンの過渡試験方法である。

#### 【0043】

ここで、本実施例の特徴とするところは、前記表示するステップ（S53）として、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示するステップ（S54～S57）を実行し、このグラフ表示するステップとして、前記シミュレーションの実行結果と性能目標値との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パター

ンとするステップ(S56、S57)を実行するところにある。

【0044】

さらに、このグラフ表示するステップ(S54～S57)として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとするステップ(S57)を実行する。なお、ステップS57は、ステップS51により表示された現制御値について警告表示を行うものである。

【0045】

なお、制御値の変化とシミュレーションの実行結果との間に遅延がある場合は、この遅延を補正することができる。図9は遅延補正の実施例を示す図である。EGR制御値に、故意に外乱を与えるために、テストパターンを挿入する。この外乱の影響が煙の量の顕著な変化となってt時間後に現れる。これにより、EGR制御値と煙量との間にはt時間の遅延があることがわかるので、これを補正して表示することにより、図8に示すように、シミュレーションの実行結果と制御値とを時系列的に対応させることができる。他のシミュレーション実行結果と制御値との間の遅延についても同様に補正することができる。

【0046】

制御値修正部4は、警告表示が行われた場合には、評価NGと判断し(ステップS58)、制御値の変更を受け付ける(ステップS59)。一方、オペレータは、このようにして警告表示されたシミュレーション実行結果あるいは制御値を参照し、警告表示が行われていれば、性能目標を満足していないことがわかるので、制御値の変更を行う。

【0047】

また、制御値修正部4は、警告表示が行われない場合には、評価OKと判断し(ステップS58)、決定された制御値を出力する。

【0048】

この制御値をエンジンの実機に与えて過渡試験を行って要求される過渡性能目標が満足されるかを確認し(ステップS3)、要求される過渡性能目標が満足された場合に、エンジンを制御する制御回路の制御ソフトウェアを作成する(ステップS6)。

【0049】

また、本実施例のシミュレーション方法は、汎用の情報処理装置によって実現することができる。すなわち、本実施例は、情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、仮想ECU3、過渡エンジンモデル5、制御値修正部4の各機能に相応する機能を実現させるプログラムであり、過渡エンジンモデル5に相応する機能として、エンジンの回転速度あるいはトルクが変動する過渡状態で少なくとも1つの制御因子の値を変化させて運転を行って得られたデータに基づいて作成された過渡状態のエンジンの挙動を模擬する模擬モデルを格納する機能を実現させ、制御値修正部4に相応する機能として、仮想ECU3に設定されている前記模擬モデルを動作させるための現在の制御値を時系列的にグラフ表示する機能と、この制御値を用いて前記模擬モデルによりシミュレーションを実行する機能と、このシミュレーション実行結果を表示する機能とを実現させ、この表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする機能を実現させ、制御値の変更を受け付けて現在の制御値を変更する機能を実現させることを特徴とするプログラムである。

【0050】

さらに、前記表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と共に当該シミュレーションの実行に用いた制御値を時系列的にグラフ表示する機能を実現させ、このグラフ表示する機能として、前記シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとすると共に当該許容範囲を超えた箇所に対応する制御値の該当箇所についても制御値のそれ以外の箇所とは異なる

る表示パターンとする機能を実現させる。

#### 【0051】

このプログラムは、記録媒体に記録されて情報処理装置にインストールされ、あるいは通信回線を介して情報処理装置にインストールされることにより当該情報処理装置に、仮想ECU3、制御値修正部4、過渡エンジンモデル5にそれぞれ対応する機能を実現させることができる。

#### 【0052】

ここで、過渡状態におけるデータ取得例を図4を参照して説明する。図4に示すように、回転速度（一点鎖線）、トルク（実線）が秒単位で変化する過渡運転を実施する。このときECU11の制御因子は、破線のようにエンジン12に与えられる。これらの回転速度、トルク、制御因子をそれぞれ記録して表示したものが図5に示すグラフである。また、制御因子の変化と、回転速度、トルクの変化との間に、遅延がある場合には、これを補正して記録表示することができる。これにより、制御因子の変化に対応する回転速度、トルクの変化を明示することができる。

#### 【0053】

また、図1に示す実機過渡試験装置10と仮想エンジン試験装置1とは、隣接して設ける必要はなく、例えば、LANを用いて実機過渡試験装置10と仮想エンジン試験装置1とを接続してもよい。さらに、仮想エンジン試験装置1とオペレータ端末6とを隣接して設ける必要はなく、これらもLANを用いて接続することができる。

#### 【0054】

次に、図5ないし図9を参照して本実施例の動作を説明する。図1に示す実機過渡試験装置10では、実際のエンジンを用いて過渡特性の測定が行われる。実際のエンジンを用いての過渡特性の測定結果を図5に示す。本実施例では、一時間当たりのNO<sub>x</sub>のグラム数（g/h）および一秒当たりの煙のグラム数（g/s）をそれぞれ縦軸にとり、横軸には時間をとった。併せて、この状態におけるEGR制御値およびVGT制御値をそれぞれ縦軸にとり、横軸には時間をとった。これらの測定は、図1に示す構成では、実機過渡試験装置10の計測部14により行われる。また、図2に示すフローチャートでは、実機過渡試験（ステップS1）およびデータ取得（ステップS2）に相当する。

#### 【0055】

続いて、モデル作成を行う。図1に示す構成では、仮想エンジン試験装置1のモデル作成部2により行われる。また、図2に示すフローチャートでは、モデル作成（ステップS4）に相当する。モデル作成の初期段階では、実機の実測結果をそのままモデルに置き換えることになるので、図5に示す過渡特性の測定結果に基づきモデルが作成される。このモデルは、過渡エンジンモデル5および仮想ECU3として作成される。

#### 【0056】

続いて、モデルに対するシミュレーションが行われる。図1に示す構成では、仮想エンジン試験装置1の制御値修正部4により行われる。また、図2に示すフローチャートでは、シミュレーション実行（ステップS5）に相当し、図3に示すフローチャートのステップS50～S59に相当する。図8に、NO<sub>x</sub>および煙の仮想実測値（実線）に対する目標値（破線）をそれぞれ示す。図8では、仮想実測値と目標値との差が許容範囲内ではない部分（ハッチング部分）が表示されているので、評価（ステップS58）の結果はNGとなる。

#### 【0057】

続いて、仮想実測値が目標値に近づくように、制御値の修正が行われる。図1に示す構成では、仮想エンジン試験装置1の制御値修正部4により行われる。また、図3に示すフローチャートでは、ステップS59に相当する。図8では、シミュレーション実行結果に対応する制御値も併せて表示され、さらに、シミュレーション実行結果における仮想実測値と目標値との差が許容範囲内ではない部分に対応する制御値の部分（ハッチング部分）についても表示される。また、制御値における修正前（実線）と修正後（破線）とを示す。この修正は、オペレータにより行われる。

## 【0058】

本実施例では、図6で説明したように、表示画面上にグラフ表示された制御値をマウスによりドラッグ操作することにより視覚的にグラフ形状の変化を確認しながら制御値を変更する。その他の実施例として、オペレータ端末6により制御値自体を変更してもよい。

## 【0059】

このようにして変更された制御値は、再び、仮想ECU3に与えられてシミュレーションが実行される(S5)。評価(S58)の結果、仮想実測値と目標値との差が許容範囲内に納まったときには、修正された制御値が実機過渡試験装置10のECU11に入力される。これにより、実機エンジンは修正された制御値により制御される。

## 【0060】

そして、図2に示すフローチャートのステップS1、S2、S3が実行される。その結果、実測値と目標値とが許容範囲内に納まるまで、ステップS1～S5は、繰り返し実行される。ステップS3における評価により実測値と目標値とが許容範囲内に納まった時点で、実機ECU制御ソフトウェアが作成される。図1に示す構成では、仮想エンジン試験装置1の制御値修正部4により行われる。また、図2に示すフローチャートでは、実機ECU制御ソフトウェア作成(ステップS6)に相当する。これにより、実測値と目標値とが許容範囲内に納まる制御値を短時間に作成することができる。

## 【0061】

なお、本実施例では、制御因子の例としてEGR制御値およびVGT制御値を挙げて説明したが、その他の制御因子についても同様に説明することができる。例えば、図10に、図9に示したNO<sub>x</sub>および煙の過渡状態に対応する燃料噴射量の制御値を示した。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0062】

本発明では、定常状態の試験データを置き換えることなく、過渡状態のまま過渡試験を行うことができ、短時間で性能目標を満足するエンジンの制御値を取得できる。また、再検討すべきシミュレーション実行結果あるいは制御値を明示することにより、ECUの制御値変更を効率良く行うことができる。本発明によりエンジン開発の時間を短くでき、製品開発の時間を短くできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0063】

【図1】本実施例のシステム構成を示す図。

【図2】本実施例の動作を示すフローチャート。

【図3】本実施例のシミュレーション動作を示すフローチャート。

【図4】過渡状態におけるデータ取得例を説明するための図。

【図5】本実施例の実機エンジンの過渡特性の測定結果を示す図。

【図6】本実施例の制御値変更の手順を説明するための図。

【図7】本実施例のシミュレーションの実行時間を単位時間毎のタイムスリットに分割する様子を示す図。

【図8】本実施例の仮想実測値と目標値とおよび現在の制御値と修正後の制御値とを示す図。

【図9】シミュレーションの実行結果と制御値との遅延を補正する実施例を示す図。

【図10】制御因子として燃料噴射量を採用した場合の例を示す図。

## 【符号の説明】

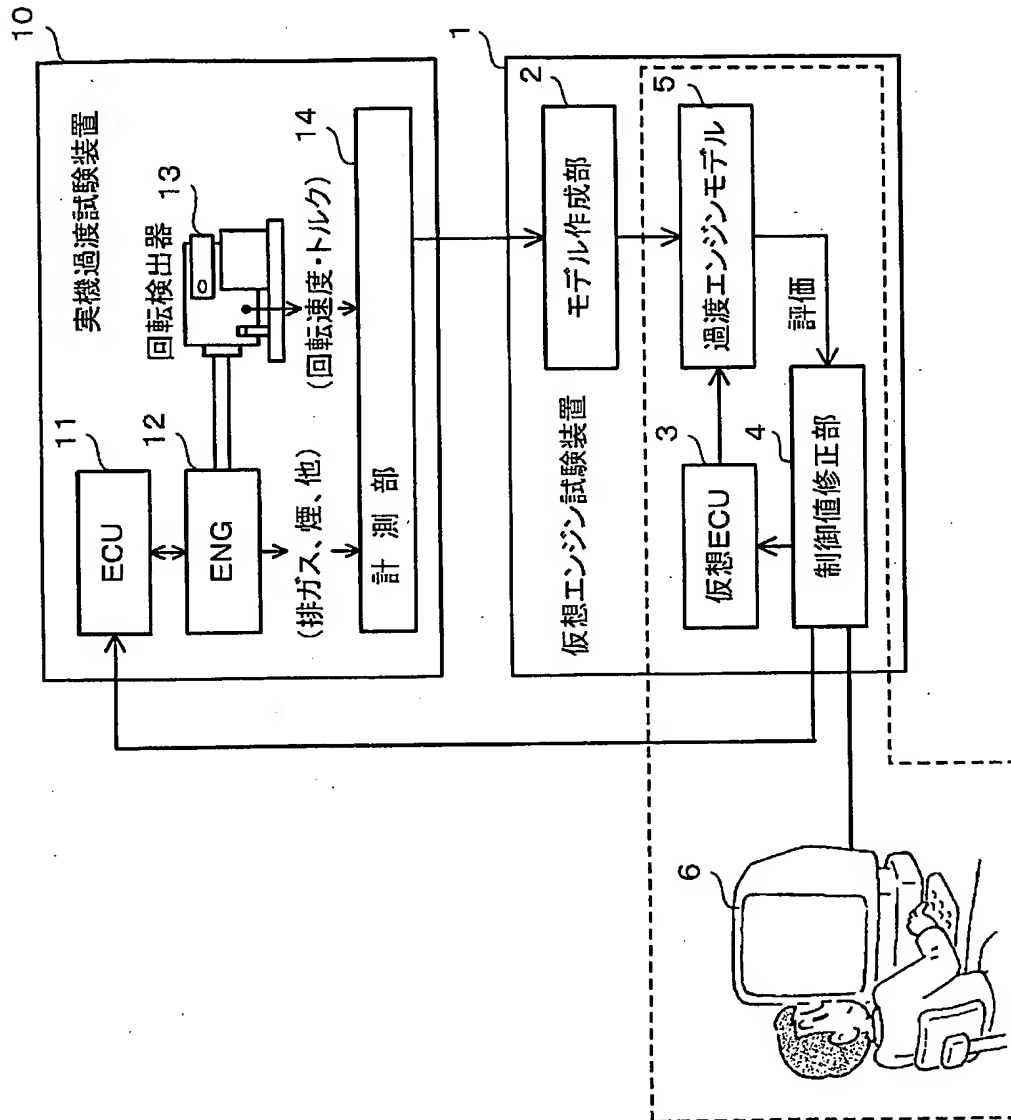
## 【0064】

- 1 仮想エンジン試験装置
- 2 モデル作成部
- 3 仮想ECU
- 4 制御値修正部
- 5 過渡エンジンモデル
- 6 オペレータ端末

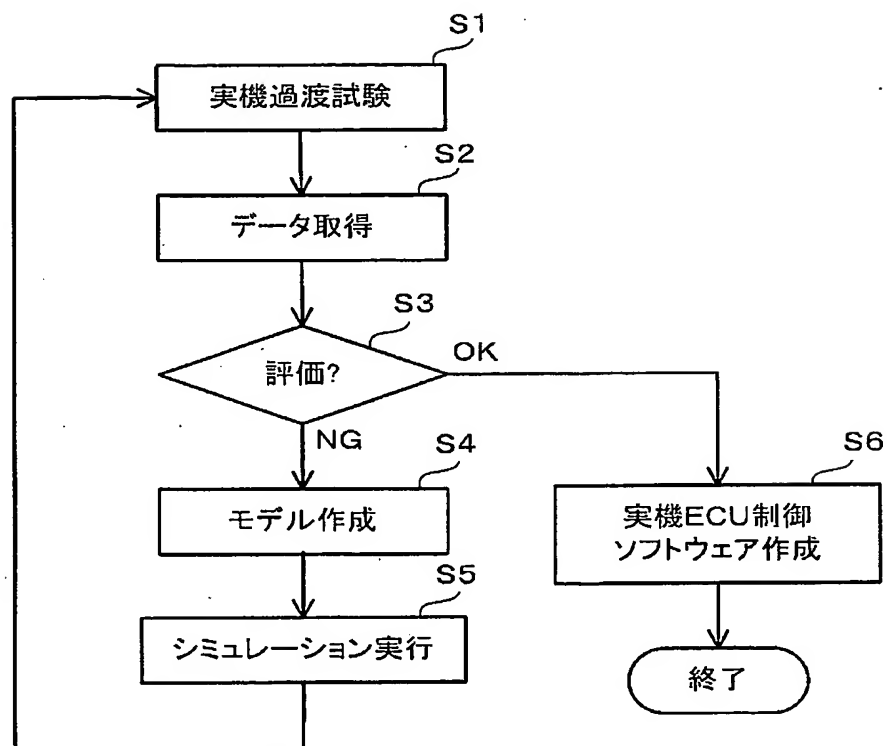
- 1 0 実機過渡試験装置
- 1 1 E C U
- 1 2 エンジン
- 1 3 回転検出器
- 1 4 計測部



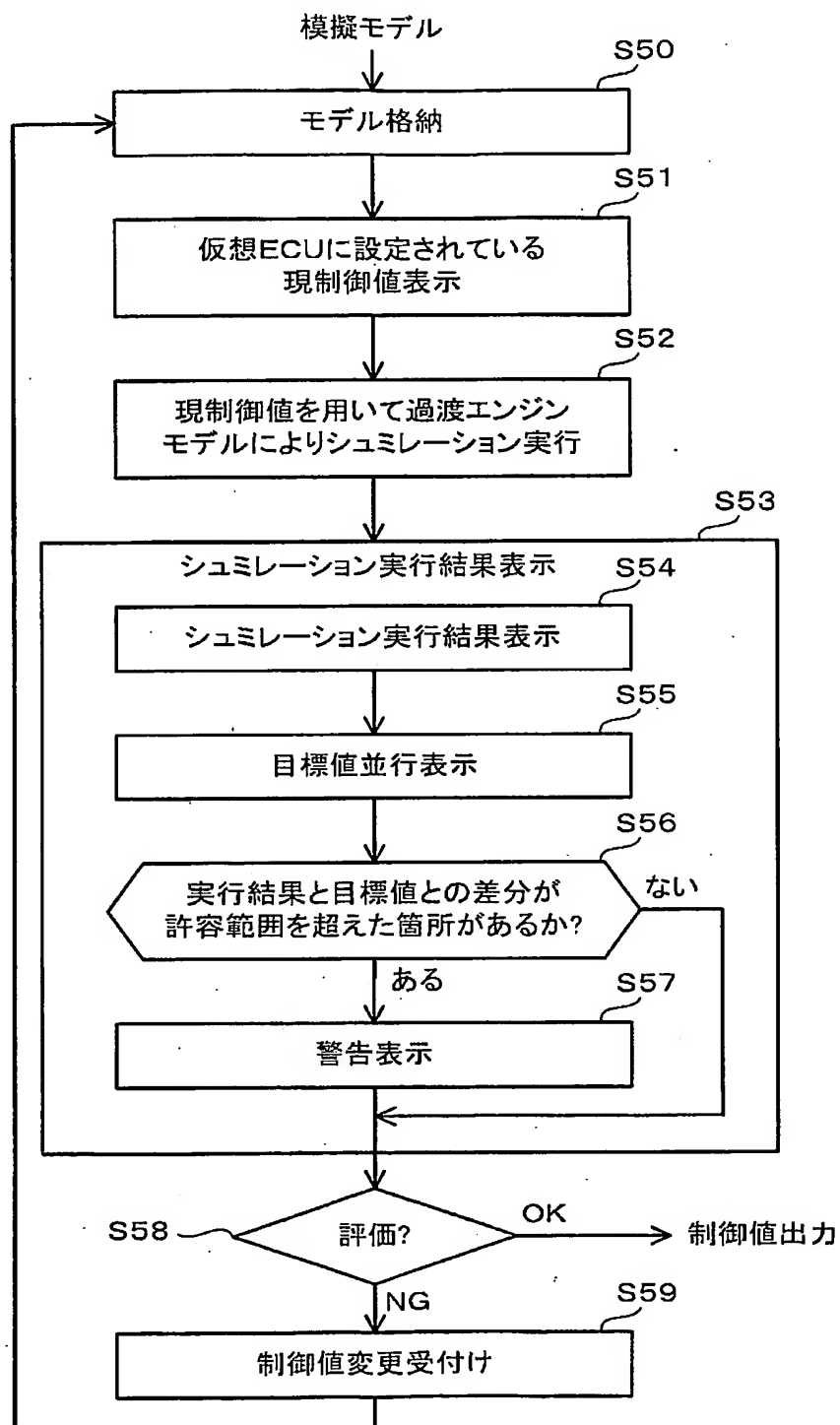
【書類名】 図面  
【図 1】



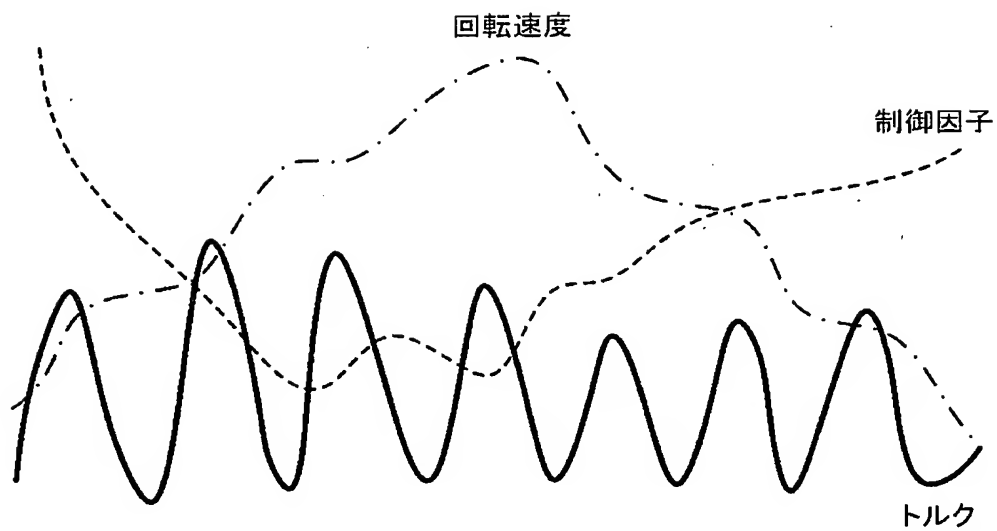
【図 2】



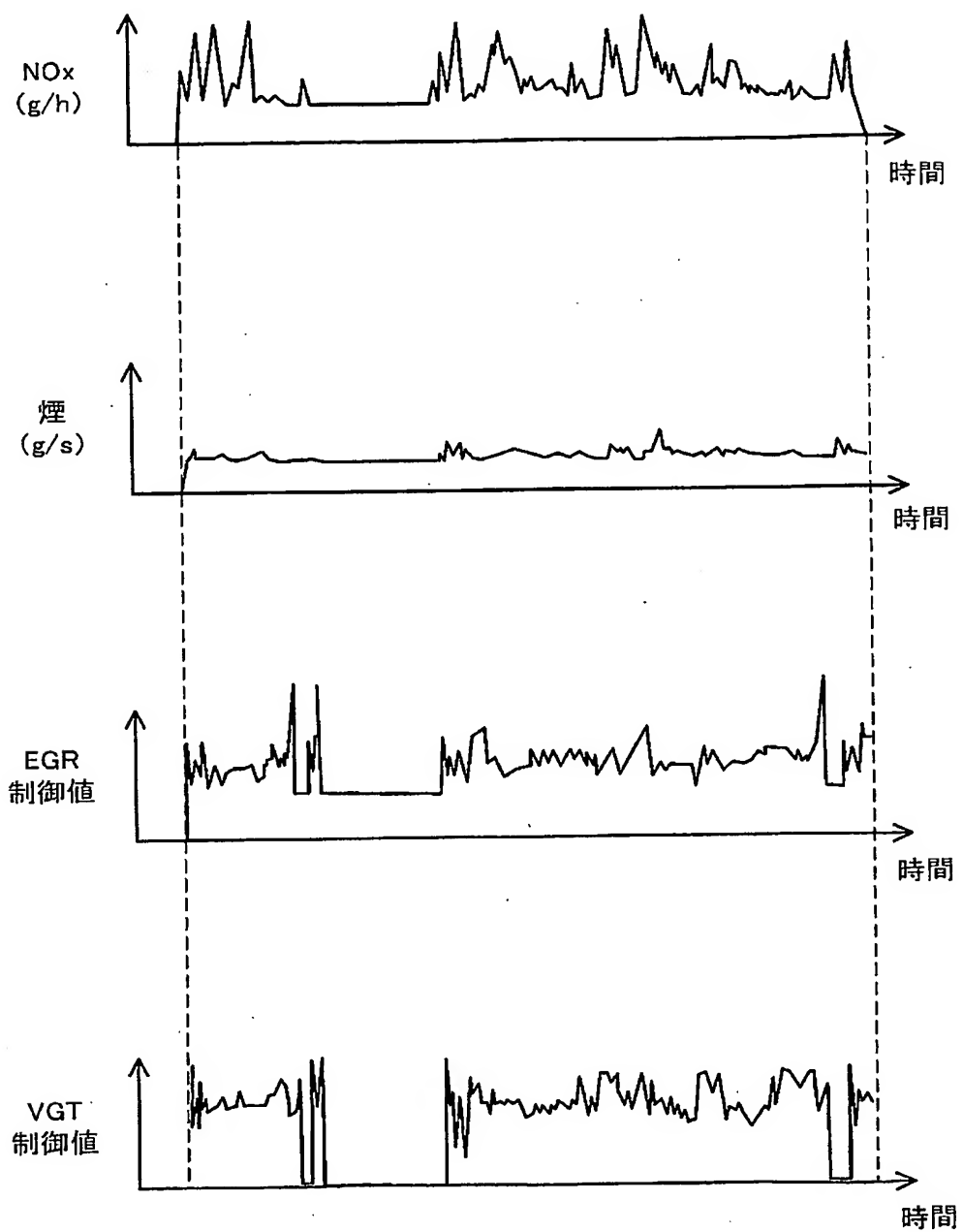
【図 3】



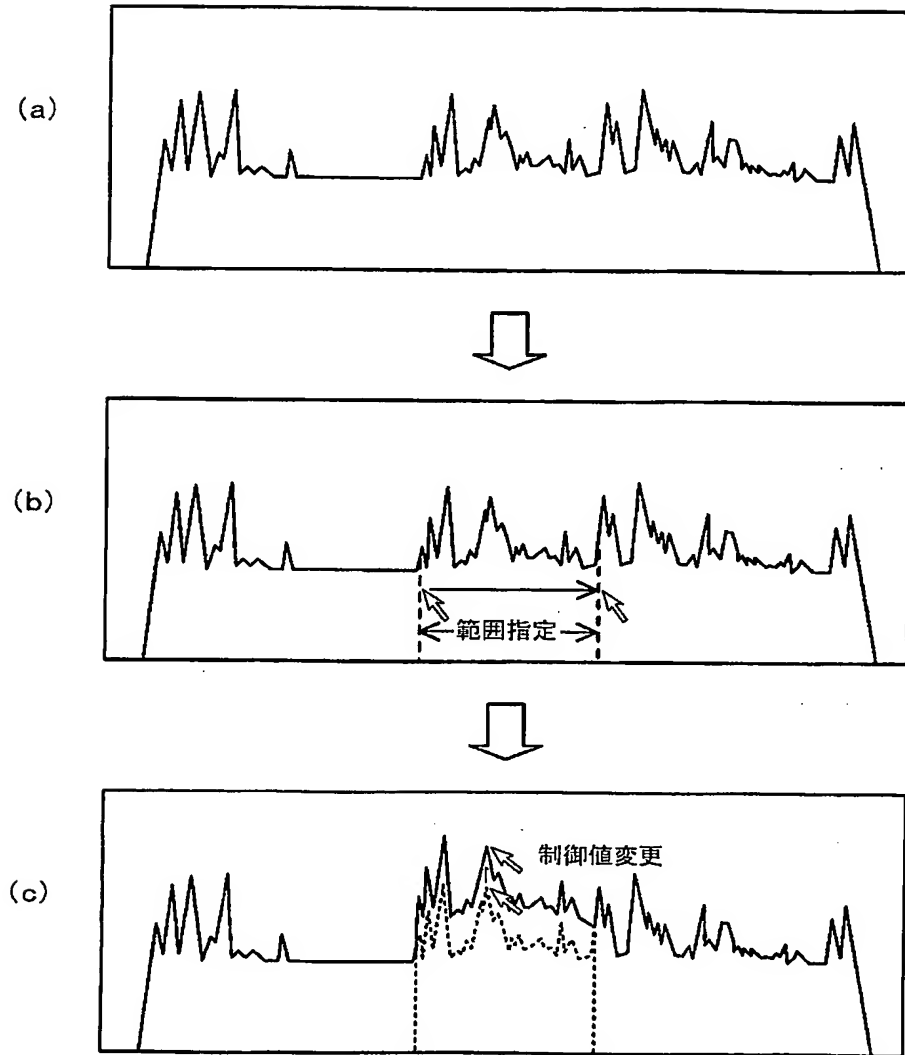
【図 4】



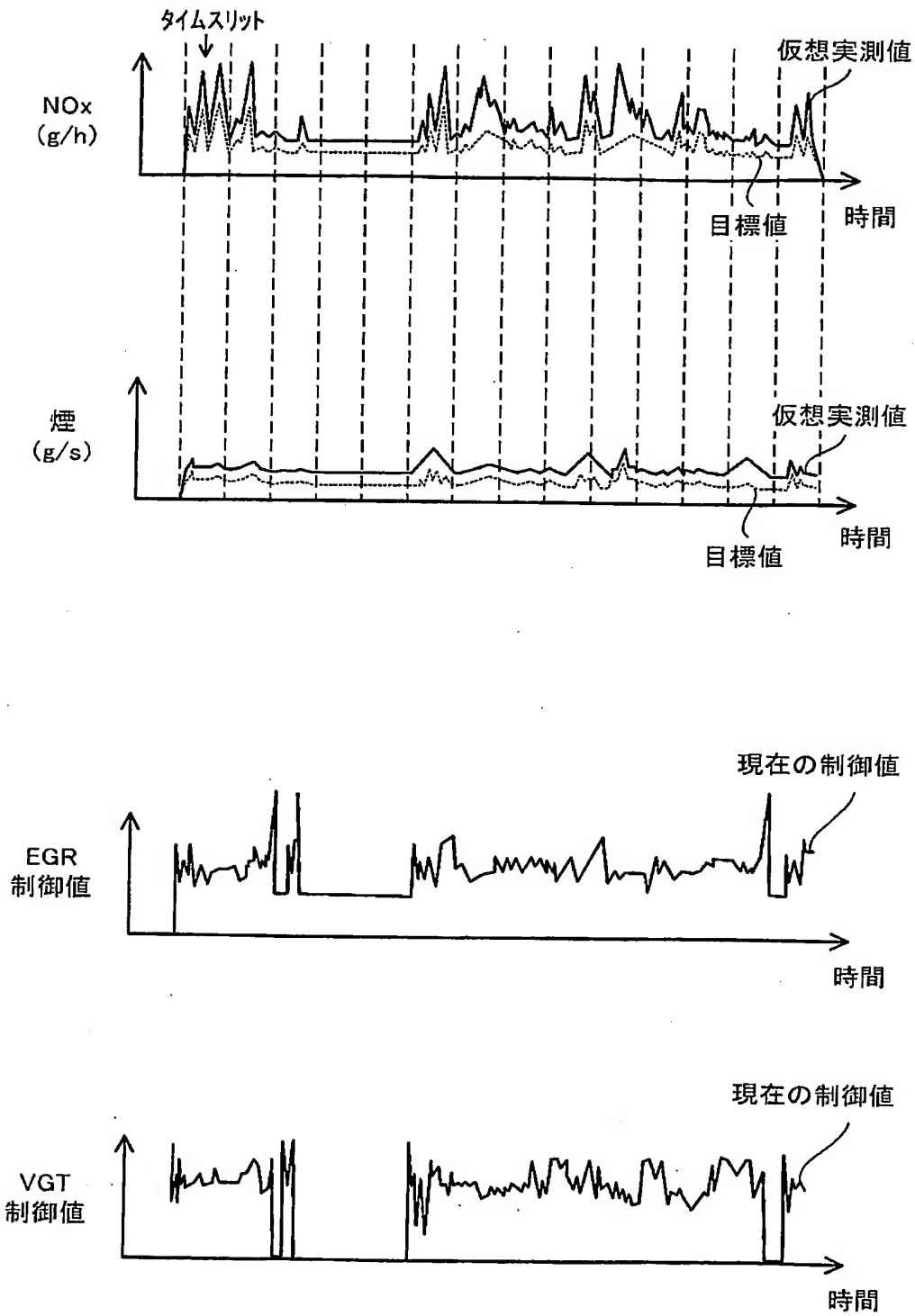
【図 5】



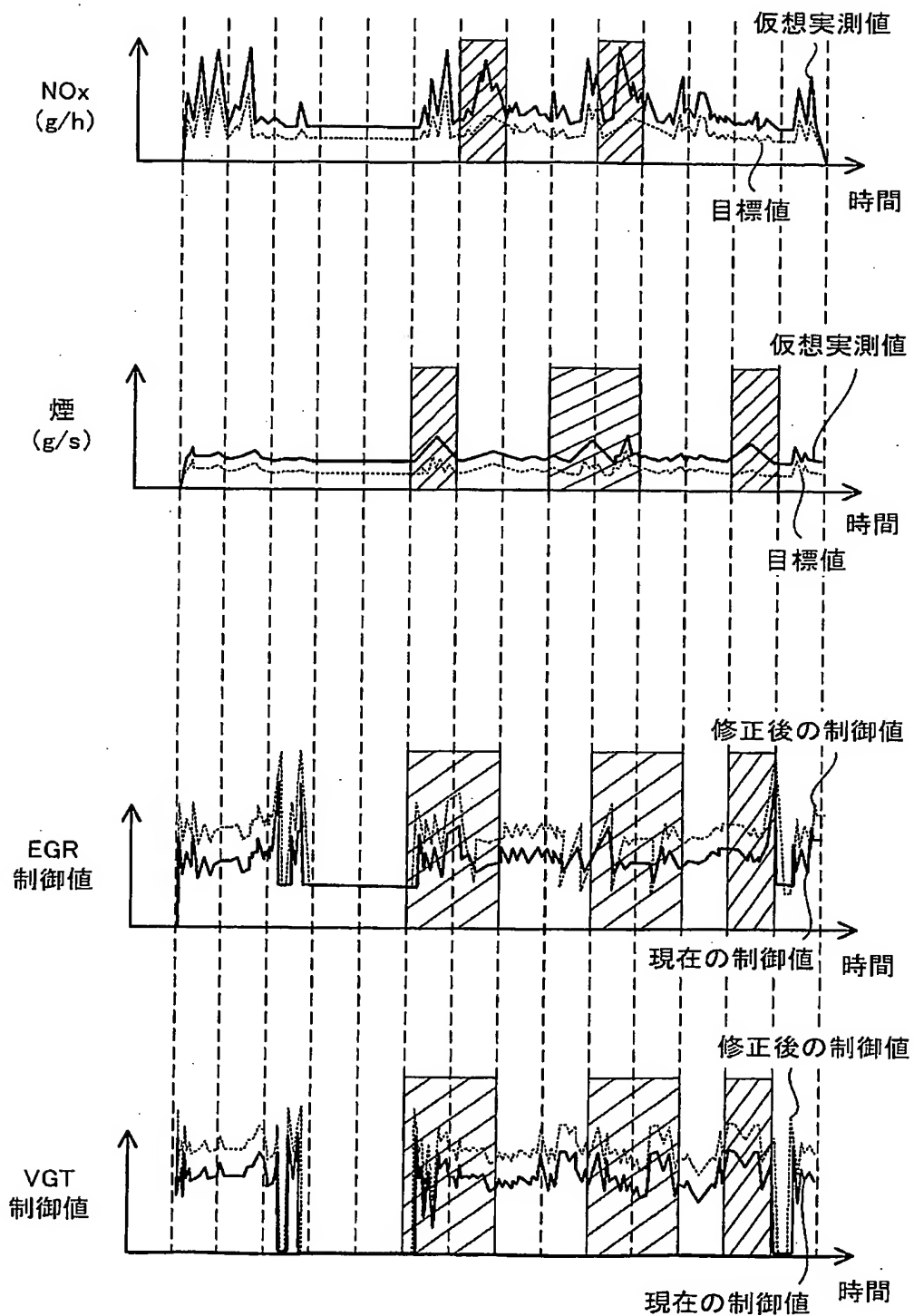
【図 6】



【図 7】

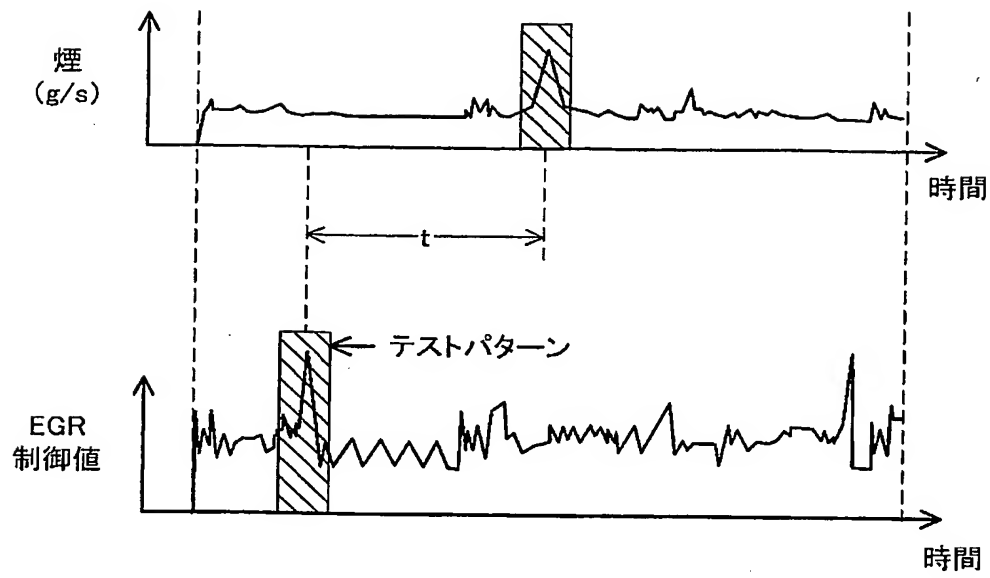


【図 8】

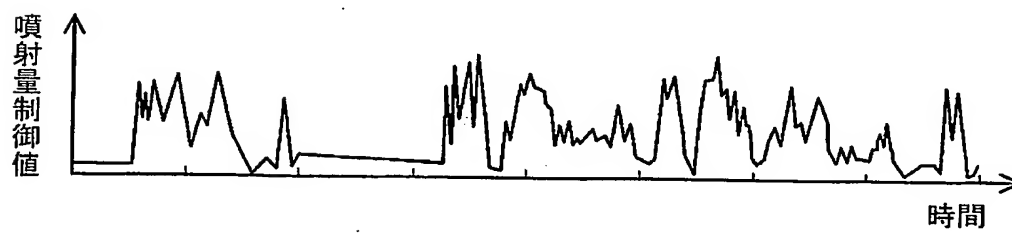




【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ECUの制御値変更を効率良く行い、エンジン開発の時間を短縮する。

【解決手段】 シミュレーション実行結果を時系列的にグラフ表示し、シミュレーションの実行結果と性能目標との差分が許容範囲を超えた箇所についてはそれ以外の箇所とは異なる表示パターンとする。さらに、シミュレーションの実行結果と共にシミュレーションに用いた制御値も時系列的に表示し、シミュレーションの実行結果の中で再検討すべき箇所に対応する制御値についてはそれ以外の箇所の制御値の表示とは異なる表示パターンとする。

【選択図】 図7

特願 2004-004342

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005463]

1. 変更年月日

1999年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住所

東京都日野市日野台3丁目1番地1

氏名

日野自動車株式会社

出証番号 出証特 2005-3005005